



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**PERFILES
EDUCATIVOS**

ISSN 0185-2698

Núñez, Fernández, María Salud (1979)

**“BASES PARA EL DESARROLLO DE UNA DIDÁCTICA DE LA
ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, FINCADAS EN UN ESTUDIO DE
LOS PROCESOS EXPERIMENTALES EN NIÑOS DE 10 A 13 AÑOS”**

en Perfiles Educativos, No. 6 pp. 3-16.

Bases para el desarrollo de una didáctica de la enseñanza de las ciencias, fincadas en un estudio de los procesos experimentales en niños de 10 a 13 años

María Salud NUÑEZ FERNANDEZ*

1. Introducción

La investigación que presentamos sucintamente en este artículo, realizada en la ciudad de Ginebra, Suiza, durante los años de 1975 y 1976, constituyó la base experimental de la tesis de doctorado en Psicología Genética y Experimental sustentada por la autora en junio de 1978.

Nuestras investigaciones en el área de las actividades experimentales han tenido como objetivo principal y de largo alcance aproximarnos a una aplicación pedagógica de algunas de las principales aportaciones de la Psicología Genética al campo de los procesos cognoscitivos, en lo general, y al proceso de adquisición de conocimientos, en lo particular.

Las aportaciones de la Psicología Genética a la educación son muy valiosas, particularmente algunos principios que se deben tomar en cuenta en todo proceso educativo. Si bien tales principios cobran mayor relieve y trascendencia en la educación y en el desarrollo cognoscitivo de niños y adolescentes, es necesario considerarlos y trasponerlos al mundo adulto, ya que constituyen una base necesaria sobre la cual debe fundamentarse todo proceso de enseñanza-aprendizaje.

A continuación resumimos algunos de los principios que presentan aspectos que atañen directamente a la educación:

- A) El desarrollo es un proceso continuo donde las estructuras cognoscitivas no están fijadas ni determinadas de antemano, sino que deben ser desarrolladas y reconstruidas a diferentes planos, en periodos subsecuentes. Los procesos educativos pueden favorecer o entorpecer el desarrollo. De ahí que cabe preguntarse en qué medida las políticas y estrategias de nuestros sistemas educativos se adaptan a ciertos principios básicos y favorecen el proceso de adquisición de conocimientos a todos los niveles.
- B) El desarrollo cognoscitivo es dependiente de las interacciones con el medio físico y social, mediante acciones, operaciones y cooperaciones que los individuos realizan con esos medios. Se puede propiciar dicho desarrollo proporcionando al individuo ambientes físicos y socialmente ricos que le brinden mayores oportunidades de experimentación activa.
- C) La adquisición de nuevos conocimientos presupone una estructura cognoscitiva adecuada que los pueda integrar. Los diferentes contenidos e informaciones que se transmiten al individuo deben ser acordes con las estructuras cognoscitivas alcanzadas en cada nivel o etapa de desarrollo.
- D) El desarrollo cognoscitivo procede conforme a una secuencia invariable de estadios, con periodos de transición situados entre cada uno de los niveles. Durante estos periodos de transición es cuando puede favorecerse más el desarrollo, mediante la confrontación activa del individuo con su medio físico y social, permitiéndole cambiar su propio punto de vista y tomar

* Profesora e investigadora del CISE.

en cuenta otras posibilidades. Sin embargo, se debe tener siempre muy presente que no se obligará al niño (y al adulto, por lo que se refiere a la adquisición de nuevos conocimientos), a saltar etapas en su desarrollo debido a que eso ocasiona sólo un entorpecimiento o bloqueo del desarrollo, debido a fuertes desequilibrios en las estructuras cognoscitivas, o a que produce, a lo más, "pseudo-aprendizajes" de los contenidos transmitidos.

Tomando en cuenta estos principios generales del desarrollo cognoscitivo, y tratando de orientar nuestra investigación hacia una futura aplicación en el campo de la enseñanza de las ciencias, realizamos el estudio de los procedimientos experimentales de niños de 10 a 13 años, en situaciones colectivas de experimentación libre. En dichas situaciones se respetó al máximo la iniciativa, los intereses y la manera espontánea de trabajar de los niños, así como el nivel de razonamiento y la conceptualización del mundo físico alcanzada por ellos a través de los diferentes problemas investigados. Por otra parte, en las situaciones colectivas de trabajo se fomentó también la discusión en grupo y el planteamiento de los problemas a estudiar, así como las tácticas experimentales a seguir en las investigaciones.

Los objetivos generales de la investigación se situaron a dos niveles:

A) Desde un punto de vista psicopedagógico, al enfocar el estudio de los procedimientos experimentales de los niños en situaciones de experimentación libre, quisimos aproximarnos, tanto como fue posible, a lo que podría ser su medio natural de trabajo en la escuela. De esta manera nos era posible mostrar no sólo la importancia y el valor de sus actividades espontáneas de investigación, sino también ponerlas de relieve como una base sobre la cual debería apoyarse la enseñanza de las ciencias. Para tal efecto, nos impusimos una conducta de respeto a la realidad psicológica de los sujetos en estudio, en sus aspectos afectivos, intelectuales y sociales que están presentes y actúan en todo proceso de aprendizaje (dentro o fuera de la escuela), y durante todas las fases de su desarrollo. Nos impusimos también respetar el nivel de elaboración y el ritmo de



desarrollo de cada uno de los participantes en los grupos de trabajo. Está probado* que forzar un nivel de elaboración, o tratar de acelerar un ritmo de trabajo más allá de lo que el sujeto puede asimilar en un determinado momento, no produce sino "pseudo-aprendizajes", de escasa estabilidad temporal y con bajo nivel de elaboración y de integración intelectual y afectiva.

B) Desde el punto de vista de la investigación fundamental, al enfocar el estudio de los procedimientos experimentales en situaciones de libre actividad, también nos era posible contribuir con algunos elementos de respuesta a las preocupaciones y a las investigaciones actuales de la Psicología Genética, en lo que se refiere al aspecto funcional del razonamiento y de la adquisición de conocimientos. Son mundialmente conocidos los importantes trabajos de investigación de la Psicología Genética acerca del aspecto estructural de la inteligencia y del desarrollo cognoscitivo; sin embargo, quedan por llenar grandes lagunas en lo que respecta al aspecto funcional de la inteligencia y del desarrollo, problema al que se orienta la inquietud cada vez más viva de J. Piaget y de sus colaboradores,

* Entre las numerosas investigaciones de la Psicología Genética sobre el aprendizaje, ver, en particular, Inhelder, B.; Sinclair, H.; Bovet, M. (1974). *Apprentissage et structures cognitives*. Presses Universitaires de France, Paris, 1974.



a partir de 1955.¹ Por otra parte, sólo hasta la década de los años 1970 fue cuando se efectuaron numerosas investigaciones en ese terreno, de las cuales cabe mencionar los estudios sobre el aprendizaje,² la contradicción,³ la toma de conciencia,⁴ las diferencias entre "tener éxito", en una acción y comprenderla,⁵ las estrategias cognoscitivas,⁶ etc. Dichas investigaciones, además de las aportaciones que les son propias, han permitido a J. Piaget complementar y afinar su teoría sobre el proceso de adquisición de conocimientos,⁷ en sus aspectos funcional y dinámico motor. Nuestro trabajo es, pues, una contribución más al estudio de los aspectos funcionales del proceso de adquisición de conocimientos. La investigación estuvo dirigida especialmente a captar la dinámica de interacción continua entre el sujeto que actúa sobre los objetos para transformarlos (extrayendo un conocimiento de ellos, lo mismo que de la coordinación de sus propias acciones), y entre los objetos que resisten a la actividad ejercida por el sujeto; todo ello a través del estudio de los procesos espontáneos de experimentación de los niños.

1. Inhelder, B. et Piaget, J. 1955.
2. Inhelder, B., Sinclair, H. et Bovet, M. 1974.
3. Piaget, J. et collaborateurs, 1974.
4. Piaget, J. 1974.
5. Piaget, J. 1974.
6. Inhelder, B. et collaborateurs, 1976.
7. Piaget, J. 1975.

2. Marco teórico de referencia y definición del problema

El marco teórico de nuestra investigación y la circunscripción de nuestro problema han estado inspirados en algunos principios generales de la Psicología Genética, como ya se dijo, así como en algunos de los más recientes trabajos de investigación sobre la materia. Por tal razón, consideramos de una gran importancia la "actividad estructurante"* del sujeto en el proceso de adquisición de conocimientos, lo cual implicó a su vez que en nuestra investigación se haya ofrecido a los niños, por una parte, una situación en la cual su actividad puede desarrollarse libremente y que, por otra, se les haya permitido que ellos mismos organizaran las situaciones de experimentación, en función, tanto del nivel de sus esquemas de razonamiento, como de las confrontaciones posibles, que puedan presentarse en tales casos, con una realidad física (material concreto de experimentación), y social (grupos de interacción de niños y adultos).

En efecto, la información seleccionada por el sujeto, en un momento dado de su desarrollo, así como la manera en que él organiza su experimentación, son propias de una etapa necesaria que debe ser construida y superada para alcanzar un nivel superior de estructuración y de funcionamiento de sus capacidades.

En una primera investigación (1975), en la cual se realizó un sondeo del problema, con una población de 16 niños que trabajaron distribuidos en cuatro grupos iguales, pudimos observar que las situaciones de experimentación libre ofrecen una amplia gama de conductas de investigación. En estas situaciones, la actividad de los sujetos puede desarrollarse, de hecho, en numerosas direcciones y tomar diferentes formas,

* La teoría psicogenética supone que el desarrollo cognoscitivo se construye esencialmente por la interacción continua entre el sujeto y el mundo que le rodea. De ello deriva que una situación de aprendizaje es tanto más fructuosa cuanto más activo es el sujeto. "La actividad estructurante del sujeto es una actividad que obedece a una especie de lógica de la acción, por medio de la cual las constataciones que se dan, tanto con una realidad física como con una social (interlocutores) son asimiladas, interpretadas e incorporadas a los esquemas de razonamiento del sujeto." (Inhelder, B.; Sinclair, H.; et Bovet, M., 1974, p. 25).

de acuerdo con la diversidad del material que se les proporciona, conforme a sus intereses y según sean los instrumentos intelectuales que ellos han adquirido y que son capaces de actualizar en un momento dado de su experimentación. Nos pareció de capital importancia investigar y estudiar más ampliamente las actividades experimentales en dichas situaciones.

Ahora bien, por razones metodológicas, en una primera aproximación al problema, no nos era posible analizar y estudiar todos los aspectos de la realidad psicológica de los sujetos que están necesariamente involucrados en las situaciones a que nos referimos, como los aspectos afectivos y de interacción social. El análisis de resultados, en estos aspectos, fue dejado de lado temporalmente, en la inteligencia de que serán objeto de análisis e integración en fecha posterior. Por tanto, nuestro problema quedó circunscrito al estudio de los procedimientos experimentales de los niños de 10 a 13 años, en un contexto de libre actividad, siendo necesario identificar en dicho contexto las propiedades significativas de las conductas experimentales de los niños, y observar su dinámica, su organización y su posible evolución, después de un período de experimentación.

3. Hipótesis directrices de la investigación

Las hipótesis directrices de la investigación se plantearon a tres niveles:

1. A un primer nivel se postuló como hipótesis principal un aprendizaje espontáneo. En efecto, las posibilidades ofrecidas a los niños para experimentar activa y libremente sus ideas, con un material organizado alrededor de ciertos problemas y nociones físicas, puede permitirles adquirir conocimientos sobre esos problemas y desarrollar sus actividades experimentales, puesto que en las situaciones de experimentación libre puede presentarse un aprendizaje espontáneo. En tal caso, es importante encontrar y determinar a qué nivel se manifiesta con mayor preponderancia la dinámica del progreso producido por dicho aprendizaje espontáneo. La dinámica del progreso puede manifestarse a tres niveles diferentes; cada uno de éstos constituye, pues, una hipótesis subsidiaria del aprendizaje espontáneo, por lo cual se tiene que:
 - 1.A. Si la dinámica del progreso se manifiesta al nivel de los procedimientos experimentales, cabría esperar que hubiese una evolución continua de dichos procedimientos, entre el punto de partida y los diferentes momentos de comparación. En tal caso, la evolución continua se manifestaría a través de una mayor variedad y frecuencia de las conductas experimentales más elaboradas, en situaciones de experimentación donde el niño llegaría a controlar mejor las variables. Por otra parte, las manipulaciones simples y las conductas de exploración serían menos numerosas y estarían limitadas a una primera

aproximación a los problemas estudiados.

- 1.B Si la dinámica del progreso se manifiesta al nivel de la organización del contenido nocional de las experiencias realizadas, el progreso podría ir en el sentido:

- de una mayor profundidad en el estudio de los problemas (en tal caso se observaría una gran diversidad de experiencias, abordando uno o varios aspectos de un problema y/o un mayor número de problemas experimentados);
- de un nivel de elaboración conceptual física más evolucionado;
- de elaboración simultánea en los dos aspectos que se acaban de citar.

La evolución en la conceptualización de los contenidos sería analizada a nivel de las preguntas o cuestiones (hipótesis implícitas o explícitas) que el sujeto se plantea a través de su experimentación y a nivel de las interpretaciones dadas a los resultados obtenidos en sus experiencias.

- 1.C. Si la dinámica del progreso es confirmada por la experiencia y se presenta simultáneamente a nivel de los procedimientos experimentales puestos en obra por los sujetos (hipótesis subsidiaria 1.A) y a nivel de la organización del contenido nocional de los problemas estudiados (hipótesis subsidiaria 1.B), podría suponerse una cierta evolución a nivel del razonamiento operatorio de los sujetos, al menos, en el sentido de que a través de la experimentación los niños ponen en obra y actualizan sus instrumentos intelectuales para terminar ciertas construcciones nocionales, así como para elaborar nuevos contenidos. Esta hipótesis podría ser inferida y verificada parcial y paralelamente a través del análisis operatorio de las experiencias realizadas, de las interpretaciones que les acompañan, así como a nivel individual, por los progresos que en la adquisición nocional inherente a las pruebas operatorias utilizadas, podrían observarse en cada sujeto.
2. A un segundo nivel se postuló una hipótesis diferencial en función de la población en estudio y del plan experimental establecido. En efecto, estando compuesta nuestra población por dos grados de escolaridad (5o. y 6o. años de educación primaria) a los cuales corresponden dos grupos de edades (de 10 a 11 años 6 meses y de 11 años 6 meses a 13 años), se trataría de saber si en el interior de la población hay diferencias significativas; y, si tales diferencias existen, a qué nivel se sitúan y en qué medida son reducidas después del periodo de tratamiento experimental.

Cada grupo de edad se subdividió en tres grupos de sujetos a los cuales correspondió un tratamiento experimental específico. Se trataría de determinar si hay diferencias significativas entre los grupos y en los diversos momentos de evaluación, por una parte, y, por otra, en qué medida tales diferencias serán reducidas, aumentadas o se mantendrán estables,

en función del tipo de tratamiento experimental al cual son sometidos los grupos de la población en estudio.

3. A un tercer nivel se postuló una hipótesis de interdependencia funcional. En las situaciones de experimentación libre, donde el sujeto está llamado a organizar por sí mismo el contenido y la situación de experimentación, en función de los objetivos que él mismo se propone a través de sus propias acciones, postulamos como hipótesis una interdependencia funcional entre la finalidad de las conductas del sujeto, la organización de los contenidos de experimentación y la organización de las acciones.

En efecto, desde un punto de vista funcional, la organización de la experimentación de nuestras situaciones reposa en tres aspectos interdependientes:

Primero, la finalidad de la conducta de los sujetos, vista en términos de los objetivos perseguidos por los sujetos a través de sus acciones, objetivos que pueden aparecer desde un principio o en el curso de manipulaciones sucesivas, y estar sujetos a diversas modificaciones o derivaciones en su orientación. Por otra parte, los objetivos pueden ser más o menos precisos o abiertos; ser expresados verbalmente por el sujeto, o bien pueden ser deducidos por un observador, a partir de las secuencias de acciones y de las interpretaciones dadas por el sujeto a los resultados obtenidos por tales acciones.

Segundo, un nivel de organización de las acciones de los sujetos que estaría en relación con los contenidos y con los objetivos perseguidos en la experimentación. Este nivel de organización constituye el aspecto procesal de la experimentación: Comporta una dimensión temporal de organización de las acciones (duración más o menos grande de las secuencias de acciones y un índice de continuidad entre ellas), así como una dimensión propiamente funcional, en la que habría que distinguir las modalidades de organización de las acciones y su dinámica de encadenamiento.



Tercero, un nivel de organización del contenido (nacional, o de problemas y fenómenos físicos) subyacente a los objetos sobre los cuales está centrada la experimentación. Esta organización del contenido depende no solamente de la finalidad de la conducta del sujeto, sino también de su nivel de comprensión nacional, así como de la facilitación o de las resistencias que pueden ofrecerle los objetos puestos a su disposición.

En concreto, precisaremos que en las situaciones de experimentación libre todas las conductas, desde las manipulaciones más o menos organizadas hasta las conductas de experimentación más

elaboradas, tienen propiedades significativas, dados los conocimientos que el sujeto puede abstraer de los contenidos sobre los cuales versan sus acciones y de la coordinación de estas últimas.

El análisis de los resultados de nuestra investigación debería versar pues sobre las diferentes modalidades de las conductas experimentales; sobre su dinámica de encadenamiento; sobre los aspectos por los cuales son controladas las conductas experimentales y sobre su evolución posterior a un período de experimentación. El análisis estaría enfocado, además, a determinar el aprendizaje espontáneo alcanzado por los sujetos, durante el periodo de investigación.

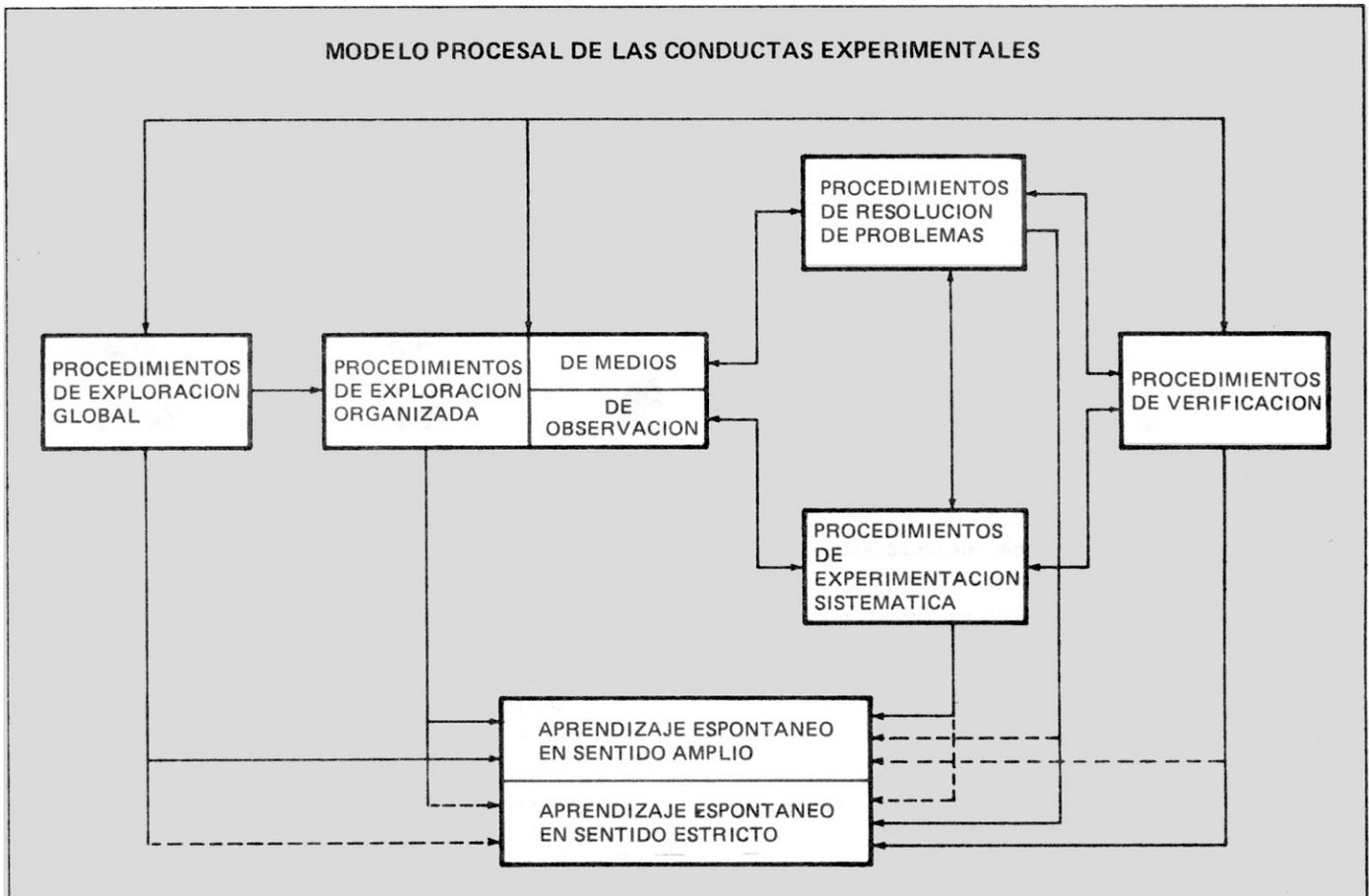
Para analizar los resultados de la investigación, de un modo que cubriese todos los aspectos mencionados, se construyó un modelo de análisis, a partir de una observación general de las actividades experimentales. Se trata de un modelo de orden procesal, ya que caracteriza en particular las diferentes modalidades de organización de las acciones del sujeto, en sus dimensiones temporal y funcional. Dicho modelo comprende, también, el aspecto dinámico de la finalidad de las conductas del sujeto y de la organización de los contenidos de experimentación, estando precisamente integrada esta última en el sentido de una apertura dinámica

del modelo, ya que éste puede aplicarse a diferentes niveles de organización de los problemas y de los contenidos de experimentación. Finalmente, la dinámica del modelo puede dar cuenta de los "regresos", de las derivaciones y de los pasajes que pueden presentarse entre las diferentes modalidades de organización de las acciones.

A continuación presentamos brevemente las diferentes modalidades de organización procesal de las acciones, que son descritas por nuestro modelo de análisis, así como una representación gráfica del mismo.

4. Modelo procesal de análisis de las conductas experimentales

A) En los procedimientos de exploración global son consideradas las diferentes conductas de exploración, espontáneas, abiertas, impulsivas y rápidas. Estas conductas pueden formar secuencias inestables de acción que se manifiestan durante cortos períodos de tiempo y con poca continuidad entre ellas. Tales conductas son determinadas fundamentalmente por la presencia de los objetos y por sus propiedades más aparentes (o más sobresalientes), así como por las preguntas implícitas o explícitas que el sujeto se plantea, tales como: ¿qué es este objeto?, ¿para qué sirve?, ¿cómo es?, ¿qué puedo hacer con él?, etc. El objeto puede ser considerado así por una sola de sus propiedades, sobre la cual se ejerce una acción precisa y sin que necesariamente haya una continuidad



inmediata en la exploración de dicha propiedad. Cuando las conductas de exploración global desembocan en una secuencia de exploración más amplia, constituyen el punto de partida de las secuencias de exploración organizada.

- B) *En los procedimientos de exploración organizada* (de medios y de observación) se trata fundamentalmente de conductas de exploración, espontáneas, ordenadas y orientadas hacia un objetivo más o menos abierto, que puede ser, o no, claramente concebido y representado por el sujeto, antes de haber puesto en obra los medios para alcanzarlo. Estas conductas pueden formar secuencias de acciones ordenadas que se manifiestan durante periodos variables de tiempo y con una cierta continuidad entre ellas. Tales conductas son determinadas por una idea del sujeto que no surge necesariamente de sus propiedades más aparentes. Se trata más bien de una pregunta que el sujeto pone a prueba para explorar el objeto y sus relaciones con otros objetos, o con otros fenómenos. Estas son conductas de exploración en extensión, pues tienen por objetivo general establecer una dicotomía (presencia/ausencia) de una propiedad, de una relación, o de un fenómeno, observados o descubiertos entre una gama más amplia de objetos. Poseen un carácter abierto, en el sentido de que la exploración organizada de un fenómeno, por la puesta en relación de las propiedades de los objetos, constituye un punto de partida diversificado que puede desembocar:
- En la investigación de medios para alcanzar un objetivo más específico;
 - en la búsqueda de una explicación del fenómeno a través de la diferenciación progresiva de los factores en juego;
 - en el mismo campo de los procedimientos de exploración organizada, pero a través de una extensión de la exploración del fenómeno a otros objetos o a otras situaciones.
- C) *En los procedimientos de resolución de problemas*, se trata de conductas de investigación planificadas, ordenadas y orientadas hacia un objetivo específico, bien diferenciado y hecho explícito en la mayor parte de los casos. Dichas conductas se presentan durante secuencias temporales más o menos grandes y con un alto índice de continuidad entre ellas, hasta la obtención del objetivo

perseguido, en la mayor parte de los casos.

Estas conductas conservan un carácter abierto, en la medida que los medios descubiertos para alcanzar un objetivo pueden ser transferidos a otras situaciones semejantes o relacionadas con el objetivo perseguido. Por otra parte, una vez conseguido dicho objetivo, este mismo puede constituir un punto de partida para la investigación o búsqueda de la explicación del problema a través de la diferenciación progresiva y la verificación de los factores puestos en juego, que la misma investigación de los medios ha podido esclarecer. Sin embargo, los procedimientos de resolución de problemas, dado su carácter de orientación hacia un objetivo restringido y limitado, pueden desembocar también en el abandono del problema, una vez encontrada su solución o bien después de haber fracasado en la consecución de la misma.

- D) *En los procedimientos de experimentación sistemática* se trata de conductas de investigación, espontáneas, ordenadas y orientadas hacia un objetivo claramente delimitado y que puede ser explícitamente formulado. Estas conductas forman secuencias de acciones ordenadas que se manifiestan durante periodos temporales más grandes, con alto índice de continuidad. Estas conductas son determinadas fundamentalmente por una idea del sujeto, planteada bajo la forma de una pregunta que establece relaciones entre los objetos, entre los fenómenos y/o entre ciertas propiedades de los objetos y la producción o presencia de un fenómeno. El objetivo general de dichas conductas sería, pues, la disociación de los diferentes factores que intervienen en un fenómeno. Estas conductas poseen características más amplias de extensión y de continuidad, en la medida que las relaciones establecidas, o bien los fenómenos estudiados, comprenden un gran número de factores cuyo grado de intervención es variable. La experimentación sistemática de un fenómeno, por la puesta en relación de las propiedades de los objetos y la disociación de los factores, constituye un punto de partida diversificado que puede desembocar:
- en la investigación de medios para controlar la intervención de los factores disociados y las condiciones de experimentación;
 - en la investigación y búsqueda de explicación del

fenómeno, mediante la verificación progresiva del rol correspondiente a cada uno de los factores en juego; o bien

- mantener la investigación en el campo mismo de los procedimientos de experimentación sistemática, extendiendo ésta a otros objetos o situaciones, o, por la extensión misma de la disociación, a otros factores en juego.

E) *En los procedimientos de verificación se trata de conductas de investigación planificadas, ordenadas, orientadas y dirigidas a la verificación (confirmación) de una respuesta posible a una pregunta planteada por el sujeto. Dicha pregunta puede hacerse explícita por el sujeto bajo la forma de una relación que establece el grado de pertinencia de una propiedad, o de un factor, para producir un fenómeno. Estas conductas se manifiestan durante secuencias de acciones, más o menos grandes, y con un alto índice de continuidad. En los procedimientos de verificación entran todas las conductas de investigación orientadas hacia la puesta a prueba de una relación causal más o menos formulada y explicitada por el sujeto, como una respuesta posible a la causa que produce el fenómeno.*

5. *La aproximación experimental al problema*

A) *La población.* Nuestra población en estudio estuvo compuesta por 24 niños, de 10 a 13 años. Los niños fueron seleccionados al azar, entre los alumnos de un grupo de 5o. y otro de 6o. años de una misma escuela primaria. Con



esta población se constituyeron seis grupos, entre los cuales se escogió un grupo testigo (de control) y dos experimentales, para cada grado escolar. Antes de ser integrados los grupos, la equivalencia de ellos fue controlada a través del análisis del nivel alcanzado por los niños en las tres pruebas operatorias que fueron aplicadas individualmente.

B) *El plan experimental.* Para abordar el estudio del problema se estableció un plan experimental, a dos niveles:

Un primer nivel consistió en la aplicación individual de tres pruebas operatorias a los niños de nuestra población, durante tres momentos diferentes de la fase experimental, y con un intervalo de seis semanas entre cada aplicación.

Un segundo nivel consistió en las situaciones colectivas de experimentación de los niños: se escalonaron siete sesiones de trabajo: Las cinco primeras se desarrollaron dejando entre ellas un intervalo de una semana, y las dos últimas se efectuaron con seis semanas de intervalo. La primera, la sexta y la séptima sesiones, fueron tomadas como momento de comparación de la evolución de los procedimientos experimentales entre los niños y entre los grupos. Todas las sesiones tuvieron una duración de 45 a 50 minutos.

En las sesiones se provocó la experimentación libre de una manera flexible, pero sin que ésta se prestase a equívocos. Se emplearon en ello tres medios:

- *Primero*, se provocó la experimentación libre introduciendo un material organizado (por y para nosotros, experimentadores, pero no necesariamente para los niños), alrededor de un cierto número de problemas y de fenómenos físicos y químicos. El material era familiar al ambiente de los sujetos y fue presentado a éstos en su totalidad y sin estructuración ni organización previas. Por otra parte, no se fijó ninguna limitación a los sujetos para escoger ni para utilizar dicho material.

- *Segundo*, la experimentación fue provocada también a través de una consigna que orientaba la actividad de los sujetos hacia aquello que ellos podrían considerar "como hacer una experiencia" (o experimentos). Las intervenciones del experimentador se limitaron a solicitar a los sujetos la explicitación verbal de sus ideas, de las diversas actividades y de los pasos experimentales que efectuaban, así como de los objetivos que perseguían a través de sus acciones y de las interpretaciones que

ellos mismos daban a los resultados obtenidos en sus experiencias.

— *Tercero*, la experimentación fue provocada, finalmente, manteniendo una situación de trabajo colectivo en todos los grupos, misma que favorecía e incrementaba la diversidad de ideas e intereses de los sujetos, para experimentar diferentes problemas. No se dio indicación respecto a la organización del grupo: únicamente se pidió a los niños que realizaran sus experiencias en una misma mesa de trabajo. Fue necesario establecer esta limitación, dada la técnica de recopilación de datos que se aplicó durante la investigación.

En la fase correspondiente a las sesiones de aprendizaje (2a., 3a., 4a. y 5a. sesiones), únicamente los grupos experimentales fueron sometidos a ellas y la actividad de los niños fue provocada en la forma que se mencionó líneas atrás (ver puntos 1, 2 y 3); sin embargo, se introdujeron algunas variantes, por cuanto hace al nivel del material y a la intervención particular que tuvo el experimentador en los dos grupos experimentales. El material puesto a disposición de los sujetos en dichas sesiones fue más polivalente, de manera que permitiese trabajar tanto problemas de orden químico, como físico. La intervención del experimentador consistió, esencialmente, en una reorganización del problema investigado por los sujetos (en un momento dado de su experimentación), y en sugerirles una táctica experimental para abordarlo.



En todos los casos se les preguntó si ellos habían ideado o escogido ya una táctica particular para efectuar su investigación y se les dejó en entera libertad de seguir, o no, la táctica sugerida por el experimentador, así como de someter a prueba aquello que habían escogido. Todas las sesiones de experimentación colectiva fueron grabadas y filmadas en video-tape, para poder seguir, observar (y más tarde protocolizar), paso a paso, la pluralidad de conductas de los sujetos y del experimentador, en todo su contexto.

6. *Los resultados y conclusiones generales*

Durante las sesiones de experimentación que fueron seleccionadas como momentos de comparación, los sujetos de los diversos grupos trabajaron sobre numerosos problemas y fenómenos físicos. Las experiencias realizadas fueron agrupadas en función de su contenido nocional en cinco grandes problemas, a saber:

- A. La noción del peso abordada experimentalmente por medio de la balanza y del dinamómetro.
- B. La flotación de objetos.
- C. La permeabilidad y la resistencia de materiales.
- D. El volumen de líquidos, de sólidos y del aire y sus respectivas relaciones.
- E. La caída de cuerpos y el movimiento.

Comparando las experiencias realizadas por los sujetos de los diversos grupos durante las sesiones de experimentación, fue posible observar una evolución al nivel de los procedimientos experimentales, al nivel de la organización del contenido nocional y al nivel del razonamiento subyacente o implicado en las experiencias realizadas, en cada uno de los grandes problemas estudiados.

Las diferencias en la evolución de los sujetos a esos tres niveles no son significativas, lo cual no permite afirmar que la dinámica del progreso de un aprendizaje espontáneo se manifestaría particularmente, y con mayor preponderancia, en uno de dichos niveles. Nuestra hipótesis de un aprendizaje espontáneo a través de la experimentación fue, pues, confirmada en todos los grupos, después de la fase de tratamiento experimental.

Por otra parte, sí se encontraron diferencias significativas en el grado de evolución de los diversos grupos, en función de los problemas experimentados. Esas diferencias fueron relacionadas e interpretadas en relación con el interés de los niños por experimentar, en un momento dado, sobre un problema más bien que sobre otro, así como con su nivel de competencia nocional sobre tales problemas.

Además, también se encontraron diferencias entre los dos niveles de edad de nuestra población: Los niños de los grupos del sexto año son siempre más evolucionados que los del quinto año, en los diversos momentos de comparación. En su punto de partida, las diferencias se sitúan a dos niveles:

Primero: En los niños del sexto año se observa una mayor diversidad y extensión de la experimentación al nivel de la organización del contenido nocional; diversos problemas son abordados y experimentados en aspectos más complejos, que implican un nivel de elaboración nocional más evolucionado.

Segundo: Al nivel de los procedimientos experimentales, las diferencias entre las dos edades se manifiestan por una mejor anticipación, organización y continuidad en la experimentación de los diversos problemas planteados por los niños del sexto año. Por lo contrario, en los niños del quinto año (de 10 a 11 años 6 meses) se observaron periodos más largos de exploración y de reconocimiento de los objetos. Concretamente, en la experimentación que practican los niños de quinto año se observa que los objetos son explorados por sus propiedades más aparentes, sobre las cuales se ejercen generalmente acciones muy precisas. La experimentación se desarrolla paso a paso, sin planificación manifiesta.

En consecuencia, está más sujeta al azar de las observaciones. Las secuencias de las acciones son inestables y de corta duración. Sin embargo, a medida que transcurre la experimentación hay una organización progresiva de las acciones, en coordinación con los objetivos perseguidos. Estos últimos son mejor delimitados a nivel representativo y, más frecuentemente, manifestados en forma verbal.

Después de la fase de tratamiento experimental, las diferencias entre los dos grupos de edades son menos marcadas; todos los grupos evolucionan tanto al nivel de la organización del contenido nocional, como al nivel de los procedimientos experimentales puestos en práctica durante las experiencias. En general, se observa una mayor organización y continuidad en la experimentación de los diversos problemas, tanto en los niños del quinto año como en los del sexto. Sin embargo, subsisten algunas diferencias entre las dos edades: los niños del sexto año logran, por una parte, disociar y controlar más fácilmente un mayor número de las variables intervinientes en los problemas estudiados, y, por la otra, establecer relaciones más elaboradas entre esas variables al nivel de las interpretaciones dadas a los resultados obtenidos y a los fenómenos observados. Si bien en esos aspectos los progresos registrados en los niños del quinto año son importantes y van en la misma dirección que los de los sujetos del sexto año, la distancia que los separa es reducida solamente bajo ciertos aspectos de los problemas estudiados. En tales casos, se observa un nivel de elaboración nocional semejante y las condiciones de experimentación son mejor controladas.

Las diferencias en la evolución de los diversos grupos son difícilmente interpretables en función de las modalidades de tratamiento experimental a que fueron sometidos tales grupos. El análisis de los efectos de un tipo de intervención tan precisa (como la que nosotros introdujimos en las sesiones de aprendizaje), resulta menos importante y menos determinante cuando se constata que todos los grupos se sitúan a diferentes niveles en su punto de partida, y que la variable independiente que fue manipulada (provocación de la experimentación espontánea) es muy fuerte en sí misma, dado que, en la mayor parte de los grupos, se comprobaron sus efectos a través de una evolución progresiva que se registra desde la primera sesión de experimentación.

En el estudio de los procedimientos experimentales de los sujetos confrontados con situaciones donde son llamados a organizar y a construir por sí mismos su experimentación, encontramos que la hipótesis de la interdependencia funcional entre las finalidades de la conducta de los

sujetos, la organización de los contenidos de experimentación y la organización de las acciones no puede ser verificada directamente en nuestro trabajo. Sin embargo, es necesario mencionar de qué manera la hemos enfocado en nuestro análisis de las actividades experimentales de los niños.

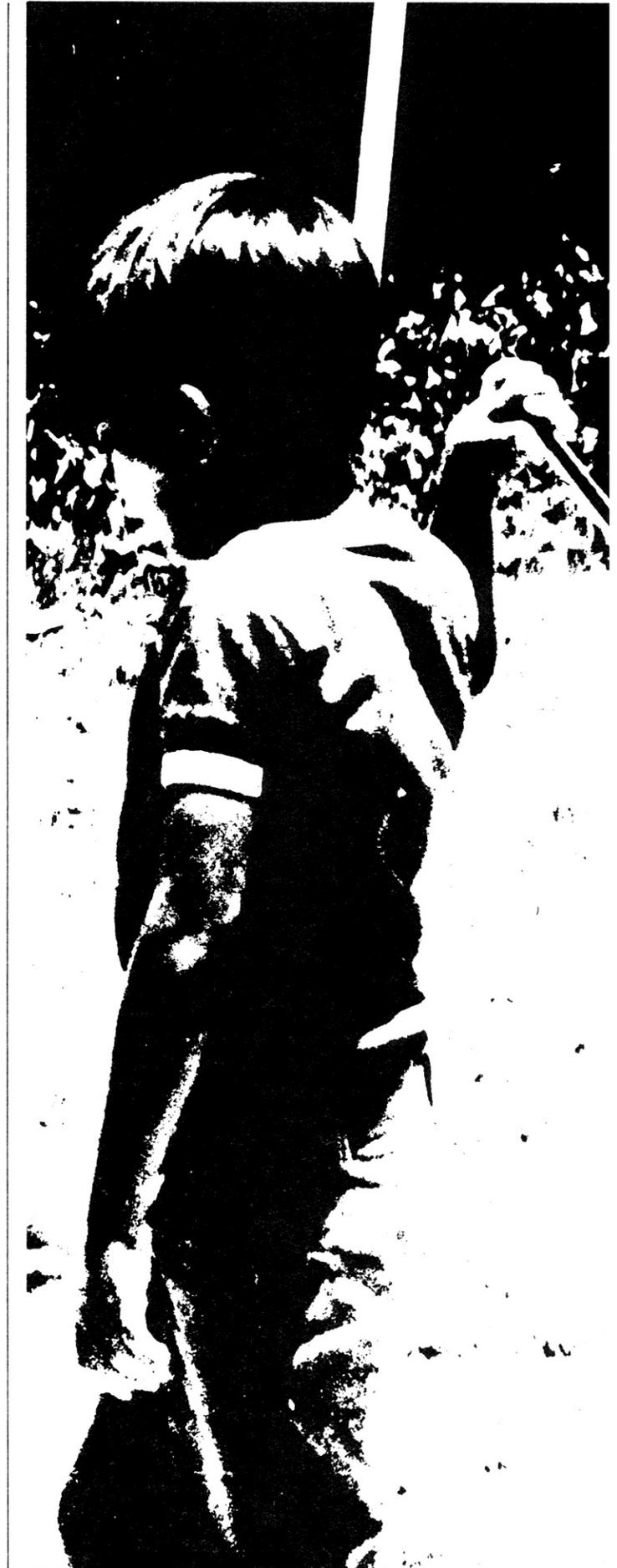
Así pues, más que tratar de definir los procedimientos experimentales de los niños a través de un cierto número de caracteres, nosotros los enfocamos como una evolución y una dinámica de interacción continua entre las posibilidades de acción de los sujetos y los contenidos nocionales de los problemas y de los fenómenos sobre los cuales realizan su experimentación. Con el objeto de captar y entender esta dinámica construimos un modelo de análisis, lo aplicamos y lo reelaboramos durante el curso de nuestro trabajo.

Las diferentes categorías de procedimientos previstos en nuestro modelo de análisis comprenden la finalidad de las conductas del sujeto y las modalidades de organización de las acciones. El nivel de la organización del contenido nocional de las experiencias no está incluido en dichas categorías de procedimientos, ya que la apertura del modelo está precisamente dada por sus posibilidades de aplicación a diversos problemas y contenidos nocionales. No obstante, para poder aplicarlo, nos fue necesario efectuar previamente un análisis cualitativo de los grados de dificultad y de complejidad propios de cada uno de los diversos aspectos de un problema y de cada problema que era subyacente a las actividades experimentales de los sujetos.

Los grados de complejidad de los problemas son, en cierta manera, unos *a priori* que nosotros introdujimos en nuestro análisis. Para ello nos basamos en los criterios establecidos desde un punto de vista de conceptualización de los objetos físicos y en los análisis psicogenéticos correspondientes a las nociones subyacentes a los problemas experimentados por los sujetos.

Durante las diferentes sesiones de trabajo, nuestro modelo nos permitió analizar en detalle todas las conductas observadas, así como despejar y captar una evolución en los procedimientos experimentales de los sujetos; nos permitió distinguir también dos vectores de evolución en el proceso de experimentación de los sujetos, a saber:

- a) Un vector que va en el sentido de una *mayor profundidad en la experimentación* de un aspecto del problema investigado, o bien de un problema dado. Dicha profundidad se manifiesta por la presencia y por una mayor frecuencia de modalidades de organización de acciones más elaboradas, en situaciones de experimentación más complejas y en las cuales las variables intervinientes son mejor controladas.
- b) Un vector que va en el sentido de una *extensión de la experimentación* a otros aspectos de un problema o a otros contenidos nocionales. Dicha evolución es



acompañada, en la mayor parte de los casos, por progresos más o menos marcados y paralelos al nivel de las explicaciones dadas a los problemas estudiados y a los fenómenos observados. Así, pues, dentro de este marco nos fue posible inferir una evolución paralela al nivel del razonamiento de los sujetos. Dicha inferencia fue confirmada, por otra parte, en las situaciones individuales de las pruebas operatorias utilizadas y, en particular, en aquellas pruebas que permiten determinar una evolución en el razonamiento inductivo (tal es el caso de la prueba de la flexibilidad de las varillas metálicas).

El análisis de los resultados de nuestra investigación presentó algunas dificultades que reflejan, en cierta medida, las limitaciones de nuestro trabajo, pero también las nuevas perspectivas de investigación que ofrece. La dificultad principal está estrechamente ligada a nuestra aproximación experimental al problema y se refiere al hecho de habernos encontrado frente a un gran número y una gran diversidad de conductas experimentales que versaban, además, sobre numerosos contenidos nocionales. Precisamente en el vector dado por la extensión de la experimentación a diversos aspectos de un problema y entre varios problemas, es donde tuvimos más dificultades para determinar el estatuto y la significación de las diferentes conductas observadas. Pensamos que esas dificultades dependen en parte de una insuficiencia de nuestro modelo de análisis para dar cuenta de la interacción de las modalidades de acción con un contenido nocional dado, pero también de la escasa información que en ese terreno se tiene. En efecto, constatamos una ausencia de trabajos de investigación sobre los grados de complejidad y las conexiones nocionales entre diversos aspectos de un problema y entre varios problemas, así como de trabajos que deberían realizarse sobre los niveles de elaboración nocional que son necesarios para integrarlos. Es, pues, en esos dominios y direcciones donde se imponen nuevas investigaciones.

Estas limitaciones, y las ya mencionadas perspectivas que nuestro trabajo ofrece, se deben en parte a la aproximación experimental que hemos desarrollado; pero sobre todo, a la complejidad del problema estudiado;

sin embargo, es necesario señalar que lo limitativo en el terreno de nuestra aproximación experimental constituye el medio natural en el cual son adquiridos gran parte de los conocimientos. Por ello nos impusimos respetar la complejidad de la realidad psicológica de los sujetos en estudio a fin de darnos esencialmente los medios necesarios para mostrar la riqueza de sus conductas experimentales, del valor y de la significación de éstas en el proceso de adquisición de conocimientos. Paralelamente, y en particular, tratamos de aportar algunos elementos de respuesta al problema tan frecuentemente planteado de la formación, en la escuela primaria, de un espíritu científico, a través de la enseñanza de las ciencias experimentales.

Ahora bien: tratar de conocer el proceso de adquisición de conocimientos de los niños a través de la experimentación que llevan a cabo, no significa ignorar el aspecto del contenido a enseñar o de los conocimientos que la escuela debe transmitir por encomienda de la sociedad. Es necesario insistir y dejar bien claro que un funcionamiento en el vacío no tiene sentido, como tampoco lo tiene el aprendizaje de un concepto o de una noción precisa que no son construidos por el sujeto y que no son incluidos por éste en un marco referencial y en un proceso experimental que le permita actualizarlos en cualquier momento. Tratamos de superar, particularmente, el obstáculo tan frecuentemente argüido por los responsables de la enseñanza, en el sentido de considerar, por un lado, que los niños no son capaces de organizar y de aprovechar sus propias experiencias sin la dirección de un adulto y, por otro, que es inútil su experimentación en tanto ellos no hayan llegado al periodo de las operaciones formales (de los 14 y 15 años en adelante) al cual corresponde el desarrollo de un razonamiento hipotético-deductivo, contemporáneo a la adquisición de un método experimental riguroso. Justificar en esos términos la ausencia de una enseñanza de las ciencias experimentales en la escuela primaria, significa:

- por una parte, olvidar el valor de los aportes de la experiencia como un factor motriz del desarrollo y de todo proceso de adquisición de conocimientos;
- por la otra, confundir la adquisición de un método experimental riguroso, con los procesos experimentales.



Estos últimos comprenden al primero, pero no pueden ser reducidos a él, ya que un proceso experimental es, ante todo, una evolución y una dinámica de interacción continua entre el sujeto que busca aprender y el objeto a conocer, sobre el cual está centrada su acción.

En consecuencia, es en la dinámica del proceso de adquisición de conocimientos, a través de la experimentación, donde debe interpretarse y fundamentarse la significación y la oportunidad de introducir la enseñanza de las ciencias experimentales en la escuela primaria.

BIBLIOGRAFIA

- BACHELARD, G., *La formation de l'esprit scientifique*. Librairie philosophique J. VRIN; 8ème. édition. Paris, 1972. Existe versión en español.
- BERLYNE, D.E., *Motivational problems raised by exploratory and epistemic behavior*. In S. Koch (ed). *Psychology: a study of a science*. Vol. 5. Mc. Graw-Hill, New York, 1960.
- BLANCHET, A., *La construction et l'équilibre du mobile, problèmes méthodologiques*. Archives de psychology. Vol. XLV No. 173. Edition Médecine et Hygiène. Genève, 1966.
- CESSAC, J. et TREHERNE G., *Physique*. Classe de Seconde C, programme de 1966. Fernand Nathan, Paris, 1966.
- CESSAC, J. et TREHERNE G., *Physique*. Classe de Terminale C, programme de 1966. Fernand Nathan, Paris, 1967.
- CHRISTOFIDES-HENRIQUES, A. et COLL, C. *L'enseignement des sciences expérimentales à l'école primaire: perspectives piagetiennes*. Université de Genève, 1972. Communication présentée au Séminaire International pour l'Enseignement de la Physique. Montpellier, 1976.

- CHRISTOFIDES-HENRIQUES, A. et COLL, C., *Apprendre à dialoguer avec les objets ou l'enseignement des sciences à l'école primaire*. Cahier de la Section des Sciences de l'Education, No. 2. Université de Genève, 1976.
- COLL-SALVADOR, C., *Las actividades espontáneas de exploración en el contexto escolar (7-12 años)*. Tesis doctoral. Barcelona, 1977.
- COMMISSION INTERDEPARTAMENTALE ROMANDE DE COORDINATION DE L'ENSEIGNEMENT PRIMAIRE., C.I.R.C.E.I. *Programme de la 1ère. à 4ème. année: Connaissances de l'environnement*. 1972.
- C.I.R.C.E. II. *Projet de programme romand pour les degrés 5 et 6*. Sous Commission de Sciences. 1975.
- DE LANDSHEERE, G., *Introduction à la recherche en éducation*. Armand Colin-Bourrellet. Paris, 1972.
- DELONCLE, J. *Orientations actuelles de la psychopédagogie*. Regard, Privat, éditeurs. Toulouse, 1972.
- DEUNFF, J., *Activités scientifiques d'éveil: pour les enfants de 5 à 11 ans*. Textes choisis du projet "Nuffield junior science". O.C.D.L. Paris, 1972.
- DOISE, W., *Interaction Sociale et Développement Cognitif*. Université de Genève, 1976.
- DOISE, W. et MUGNY, G., *Recherches socio-génétiques sur la coordination d'actions interdépendantes*. In Revue Suisse de Psychologie pure et appliquée. No. 2, Editeur Hans Huber Bern Stuttgart Wien, 1975.
- DUCKWORTH, E., *Avoir de merveilleuses idées*. In Atlantic Institute of Education. Harvard Educational Review, 1972.
- DUCKWORTH, E., *The African Primary Science Program; an evaluation*. Thèse de doctorat en Psychologie et Sciences de l'Education. Genève, 1977.
- EVANS, E.M., *L'action pédagogique sur les attitudes et les intérêts*. Les éditions E.S.F., Paris, 1970.
- HALBWACHS, F., *Réflexions sur la causalité physique*. In Etudes d'Epistémologie génétique, XXV. Presses Universitaires de France, Paris, 1971.
- HALBWACHS, F., *La pensée physique chez l'enfant et le savant*. Delachaux et Niestle. Neuchâtel, 1974.

- HILTON, A.C., **Activités d'éveil: Découvrons la Science**. Vol. 1, 2 et 3. Livre de l'élève. O.C.D.L. Paris, 1973.
- HILTON, A.C., **Activités d'éveil: Découvrons la Science**. Vol. 1, 2 et 3. Livre du maître. O.C.D.L. Paris, 1973.
- HOST, V., **L'initiation à la méthode scientifique: L'étude de la nature**. In Pédagogie Fonctionnelle pour l'école élémentaire nouvelle. Tome 2. Bibliothèque Pédagogique; Fernand Nathan. Paris, 1973.
- HOST, V., **Procédures d'apprentissages spontanées. Rapport introductif**. In Institut National de Recherches Pédagogiques. Polygraphié. Genève, 1977.
- HUTT, C., **Exploration and play in children**. In play exploration and territory in Mammals Simposia of the Zoological Society of London. Number 18. Academic Press. London, 1966.
- HUTT, C., **Specific and diversive exploration**. In Advances in child development and behavior. Hayne W. Reese. Academic Press. London, 1970.
- INHELDER, B., **Les attitudes expérimentales de l'enfant et de l'adolescent**. In Bulletin de Psychologie, Vol. 7, No. 5. Paris, 1954.
- INHELDER, B., ACKERMANN-VALLADAO, E., BLANCHET, A., KARMILOFF-SMITH, A., KILCHER-HAGEDORN, H., MONTANGERO, J. et ROBERT, M., **Des structures cognitives aux procédures de découverte**. Esquisse de recherches en cours. In Archives de Psychologie. Vol. XLIV, No. 171. Genève, 1976.
- INHELDER, B. et PIAGET, J., **De la logique de l'enfant à la logique de l'adolescent**. Presses Universitaires de France, Paris, 1965. Existe version en espagnol.
- INHELDER, B., SINCLAIR, H. et BOVET, H., **Apprentissage et structures de la connaissance**. Presses Universitaires de France. Paris, 1974. Existe version en espagnol.
- KARMILOFF-SMITH, A. et INHELDER, B., **If you want to get ahead, get a theory**. In Cognition. International Journal of Cognitive Psychology. Vol. 3. No. 3. Elsevier Sequoia, S.A. Lausanne, 1975.
- KARPLUS, R. and THIER, H.D., **A new look at Elementary School Science**. New trends in curriculum and instruction. Rand Mc. Nally & Company. Chicago, 1970.
- KUHN, T.S., **La structure des révolutions scientifiques**. Flammarion. Paris, 1972.
- KUSLAN, L.T., and STONE, A. H., **Teaching children science: And inquiry approach**. Wadsworth Publishing Company, Inc. Second Edition. Belmont, California, 1972.
- LEBOUTET, L. **L'enseignement de la physique**. Collection SUP. Presses Universitaires de France. Paris, 1973.
- MAIER, R., **Action, travail et impulsion**. In Etudes d'Epistémologie Génétique, Vol. XXXIX. Presses Universitaires de France. Paris, 1973.
- MONTANGERO, J., **Expérimentation, réussite et compréhension chez l'enfant, dans trois tâches d'élévation d'un niveau d'eau par immersion d'objets**. In Archives de Psychologie, Vol. XLV, No. 174, Ed. Médecine et Hygiène. Genève, 1977.
- NUÑEZ-FERNANDEZ, M.S., **El desarrollo de la inteligencia según la psicología genética de Jean Piaget**. Tesina de Licenciatura en Psicología. Universidad Nacional Autónoma de México, México, 1973.
- NUÑEZ-FERNANDEZ, M.S., **Développement d'une méthode de recherche chez l'enfant à travers une didactique d'enseignement des sciences à l'école le primaire**. Mémoire du diplôme de l'option psychopédagogique, 1975. Université de Genève, 1975.
- NUÑEZ-FERNANDEZ, M.S., **La démarche expérimentale chez l'enfant de 10 à 13 ans**. Thèse de doctorat en Psychologie Génétique et expérimentale. Université de Genève. Genève, 1978. Publication en prensa.
- NUNALLY, J.C., and LEMOND, L.C., **Exploratory behavior and human development**. In Advances in child development and behavior. Vol. 3. Hayne W. Reese. New York-London, 1973.
- O.C.D.E. (Organisation de Coopération et de Développement Economique), **Politique à suivre en matière d'enseignement scientifique**. In Science et éducation pour l'avenir. Rapport sur la session d'études organisée par le bureau du personnel scientifique et technique de l'organisation.
— Projet STP — 12, Bruxelles. 1961.
— Projet STP — 16, Bruxelles. 1962.
- PERRET-CLERMONT, A.N., **L'interaction sociale comme facteur du développement cognitif**. Thèse de doctorat en Psychologie. Université de Genève, 1976.
- PERRET-CLERMONT, A.N., MUGNY, G., DOISE, W., **Une approche psychosociologique du développement cognitif**. In Archives de Psychologie, Vol. XLIV. No. 171. Genève, 1976.
- PIAGET, J., **La représentation du monde chez l'enfant**. Alcan, Paris, 1926. 4ème. édition, Presses Universitaires de France, Paris, 1972. Existe version en espagnol.
- PIAGET, J., **La causalité chez l'enfant**, Alcan, Paris, 1927. (Plusieurs rééditions). Existe version en espagnol.
- PIAGET, J., **Les notions de mouvement et de vitesse chez l'enfant**. (1946). Presses Universitaires de France, Paris, 1972 (2ème. édition).
- PIAGET, J., **Introduction à l'épistémologie génétique 2/la pensée physique**. (1949). Presses Universitaires de France. 2ème. édition. Paris, 1973.
- PIAGET, J., **Les données génétiques de l'épistémologie physique**. In Logique et connaissance scientifique. Encyclopédie de la Pléiade. E.D. Gallimard. Paris, 1969.
- PIAGET, J., **Où va l'éducation?** Denoël/Gonthier. Paris, 1972. Existe version en espagnol.
- PIAGET, J., **La prise de conscience**. Presses Universitaires de France, Paris, 1974.
- PIAGET, J., **Réussir et comprendre**. Presses Universitaires de France, Paris, 1974.
- PIAGET, J., **L'équilibration des structures cognitives. Problème central du développement**. Vol. XXXIII des Etudes d'Epistémologie Génétique, Presses Universitaires de France, Paris, 1975.
- PIAGET, J., et collaborateurs, **Recherches sur la contradiction. Les différents formes de la contradiction**. Vol. XXXI. Etudes d' Epistémologie Génétique. Presses Universitaires de France. Paris, 1974. Existe version en espagnol.
- PIAGET, J., et collaborateurs, **Recherches sur la contradiction. Les relations entre affirmations et négations**. Vol. XXXII. Etudes d'Epistémologie Génétique. Presses Universitaires de France. Paris, 1974. Existe version en espagnol.
- PIAGET, J., et GARCIA, R., **Les explications causales**. Vol. XXVI. des Etudes d'Epistémologie Génétique. Presses Universitaires de France. Paris, 1971.
- PIAGET, J., et INHELDER, B., **Le développement des quantités physiques chez l'enfant**. Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, Paris, 1941. 3ème. édition. Existe version en espagnol.
- POLITZER, G., RICHARD, J.F., **Analyse de l'acquisition d'une règle de physique chez l'enfant**. In Revue Française de Pédagogie. Paris, 1973.
- RECHERCHES PEDAGOGIQUES: Ecole élémentaire.
— No. 62, Activités d'éveil scientifiques, objectifs, méthodes, moyens. I.N.R.D.P., Paris, 1973.
— No. 70, activités d'éveil scientifiques, 1ère. initiation écologique. I.N.R.D.P. Paris, 1974.
— No. 74, Activités d'éveil scientifiques. Initiation physique et technologique. I.N.R.D.P. Paris, 1975.
— No. 86, Activités d'éveil biologiques. Unité diversité du vivant; l'enfant et son corps; l'homme être biologique et social. I.N.R.D.P. Paris, 1976.
- ROBERT, M., **L'additivité des forces en directions opposées**. In. Vol. XXX des Etudes d'Epistémologie Génétique. Presses Universitaires de France. Paris, 1973.
- SCHWEBEL, M. and RAPH, J., **Piaget à l'école**. Ed. Denoël/Gonthier. Paris, 1976.
- SCIS: **The science curriculum improvement study**. Elementary Science Source-book. The Regents of the University of California. California, 1968.
- SHULMAN, L.S., et KEISLAR, E.R. **La pédagogie de la découverte**. Ed. ESF, Paris, 1973.
- UNESCO: **Tendances nouvelles de l'enseignement de la chimie et de la physique**. Vol. 1 et 2. Paris, 1964, 1965.
- VINH-BANG, **La composition vectorielle des forces**. Vol. XXX, des Etudes d'Epistémologie Génétique. Presses Universitaires de France. Paris, 1973.
- WRIGHT, J.C. and VLIETSTRA, A.G., **The development of selective attention from perceptual exploration to logical search**. In advances in child development and behavior. Vol. 10. Hayne W. Reese. Academic. New York, 1975.
- ZADOU-NAISKY, G., **Les débuts de l'initiation scientifique**. In Revue Française de Pédagogie. No. 17. Paris, 1971.